

10/524770

PCT/JP03/10419

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

18.08.03

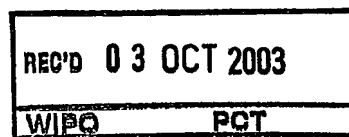
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年 8月16日

出 願 番 号
Application Number: 特願2002-237256
[ST. 10/C]: [JP2002-237256]

出 願 人
Applicant(s): 日本電気株式会社

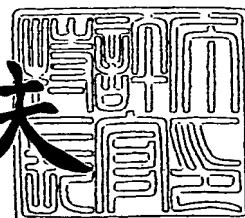


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月19日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



Best Available Copy

【書類名】 特許願

【整理番号】 34601789

【提出日】 平成14年 8月16日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H05K 7/20

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
日本電気株式会社内

【氏名】 三窪 和幸

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
日本電気株式会社内

【氏名】 北城 栄

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
日本電気株式会社内

【氏名】 佐々木 康弘

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
日本電気株式会社内

【氏名】 越智 篤

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号
日本電気株式会社内

【氏名】 山本 満

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097113

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀 城之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044587

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9708414

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電子機器の冷却装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子機器内の発熱部品を冷却する電子機器の冷却装置であって、

前記発熱部品からの熱を冷媒によって拡散させる液冷手段と、

該液冷手段によって拡散された熱を大気中に放熱する空冷フィン群が形成されている空冷手段とを具備し、

前記液冷手段上に前記空冷手段が積層されていることを特徴とする電子機器の冷却装置。

【請求項 2】 前記液冷手段は、前記発熱部品に接触あるいは接合させて熱を吸収する吸熱面と、

該吸熱面に沿って形成された前記冷媒が流れる流通路と、

該流通路内の前記冷媒を循環させる液冷用ポンプとを具備することを特徴とする請求項 1 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 3】 前記流通路は、溝部が形成された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 4】 前記空冷フィン群と前記基体と一体成型されていることを特徴とする請求項 3 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 5】 前記空冷フィン群の複数個のフィンの内の少なくとも一つ以上のフィンの内部に前記流通路が形成されていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 6】 前記空冷手段は、前記空冷フィン群に空気を流すための空冷ファンを具備することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 7】 前記空冷手段は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞手段を具備し、該第 1 の風洞手段より前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させることを特徴とする請求項 6 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 8】 前記液冷手段には、前記空冷手段に空気を供給するための空

気孔が形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 9】 前記空冷フィン群は、複数のグループに分割されており、
前記液冷手段には、前記空冷フィン群に空気を供給する空気穴が前記空冷フィン群の複数のグループ毎に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 10】 前記空冷手段は、前記空冷フィン群の複数のグループをそれぞれ覆う第 2 の風洞手段を具備し、

該第 2 の風洞手段により前記空冷フィン群の複数のグループ間で熱干渉を生じないように前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させることを特徴とする請求項 9 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 11】 前記空冷手段は、前記第 2 の風洞手段毎に空冷ファンを具備することを特徴とする請求項 10 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 12】 前記空冷手段は、前記空冷フィン群の全体を覆う第 1 の風洞手段と、

前記空冷フィン群を複数のグループ毎にそれぞれ覆う第 2 の風洞手段とを具備し、

前記空冷手段には、前記第 1 の風洞手段によって形成される共通空気流路と、
前記第 2 の風洞手段によって前記空冷フィン群を複数のグループ毎に形成される個別空気流路とが形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 13】 前記空冷手段は、前記共通空気流路に配置された空冷ファンを具備し、

該空冷ファンにより前記個別空気流路のそれぞれに空気の流れを生じさせることを特徴とする請求項 12 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 14】 前記個別空気流路から前記共通空気流路に至る開口の断面積は、前記個別空気流路の空気流量を一定になるように前記空冷ファンから遠ざかるにつれて大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項 13 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 15】 前記空冷手段は、圧電材への電圧制御により送風用平板を上下に振動させて空気を送る構造の圧電ファンを具備することを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 16】 前記送風用平板は、前記圧電材から遠ざかるに従って幅が広がる形状であることを特徴とする請求項 15 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 17】 前記送風用平板は、支持部に近い側と遠い側とで弾性率の異なる材質の平板からなり、遠い側の平板材質は、近い側の平板材質よりも弾性率が小さいことを特徴とする請求項 15 又は 16 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 18】 前記送風用平板は、支持部に近い側と遠い側とで異なる厚さの平板からなり、遠い側の平板厚さが近い側の平板厚さよりも薄いことを特徴とする請求項 15 乃至 17 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 19】 前記空冷手段は、複数個配列されている前記圧電ファンを具備し、

隣接して配置されている前記圧電ファンの前記送風用平板の振動を $1/2$ 周期又は $1/4$ 周期分位相をずらして駆動させることを特徴とする請求項 15 乃至 18 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 20】 前記流通路は、循環方式で閉じている閉ループであり、当該閉ループの一部に前記流通路の断面積よりも小さい断面積を有するマイクロチャネル構造が形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 21】 前記マイクロチャネル構造は、前記流通路は、幅 1 mm 以下の小さい溝が複数個配列された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする請求項 20 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 22】 前記液冷手段は、平板型圧電素子を駆動源とする圧電ポンプを具備し、

該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させることを特徴とする請求項 1 乃至 20 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 23】 前記圧電ポンプは、前記冷媒の流れる方向を規制する板羽根構造の逆止弁を有する積層プレート構造であることを特徴とする請求項 22 記

載の電子機器の冷却装置。

【請求項 24】 前記圧電ポンプは、前記液冷手段内に組み込まれ、
前記圧電ポンプと前記液冷手段とは、アルミニウム、ステンレス、銅等の金属
素材を用いて一体連結されていることを特徴とする請求項 22 又は 23 記載の電
子機器の冷却装置。

【請求項 25】 前記圧電ポンプは、前記冷媒を吸入および排出する複数の
ポンプ部と、

該複数のポンプ部をそれぞれ駆動する複数の圧電ポンプ駆動部とを具備するこ
とを特徴とする請求項 22 乃至 24 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 26】 前記複数の圧電ポンプ駆動部は、前記複数のポンプ部の前
記冷媒の吸入および排出を異なるタイミングで制御させることを特徴とする請求
項 25 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 27】 前記圧電ポンプ駆動部は、前記ポンプ部の排出時間より吸
引時間を 2 倍以上長くさせることを特徴とする請求項 25 又は 26 記載の電子機
器の冷却装置。

【請求項 28】 前記液冷手段は、円環状圧電アクチュエータを駆動源とす
る圧電ポンプを具備し、

該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させることを特徴とする請求項 1 乃至 20
のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 29】 前記液冷手段は、発熱体による前記冷媒の蒸発により前記
冷媒を循環させる蒸発方式ポンプを具備することを特徴とする請求項 1 乃至 20
のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 30】 前記蒸発方式ポンプは、複数の前記発熱体を具備し、
前記複数の発熱体の発熱タイミングを制御することによって前記冷媒が流れる
方向を決定させることを特徴とする請求項 29 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 31】 前記冷媒を循環させる液冷用ポンプと前記空冷フィン群に
空気を供給する空冷ファンと、

前記液冷用ポンプおよび前記空冷ファンを駆動する電気制御回路とを具備し、
該電気制御回路への外部からの入力が直流であることを特徴とする請求項 1 乃

至 30 のいずれかに記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 32】 前記液体ポンプ又は前記空冷ファンを駆動する前記電気制御回路部は、前記発熱部品の温度情報を取り込み、前記発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持させるように前記液体ポンプ又は前記空冷ファンを駆動させることを特徴とする請求項 31 記載の電子機器の冷却装置。

【請求項 33】 請求項 1 から請求項 32 に記載の電子機器の冷却装置を搭載したことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電子機器の冷却装置に関し、特にノート型パソコン等に搭載される CPU 等の発熱部品を冷却するのに適した電子機器の冷却装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年のパソコン等の電子機器においては演算処理量の増大とその高速化に伴って消費電力の大きい CPU 等の発熱体が搭載されており、当該発熱体が発生する熱量は増加の一途であるが、これら電子機器では使用されている様々な電子部品は、耐熱信頼性や動作特性の温度依存性からその使用温度範囲が通常限定されているため、これら電子機器においては内部で発生する熱を効率よく外部に排出する技術の確立が急務となっている。

【0003】

一般にパソコン等の電子機器においては、CPU 等に吸熱部品として金属性ヒートシンクやいわゆるヒートパイプ等を取り付けて熱伝導による電子機器全体への熱の拡散や、電磁式の冷却用のファンを筐体に取り付けて電子機器内部から外部へ熱の放出を行っていた。

【0004】

しかしながら、例えばノート型パソコンのような電子部品が高密度実装された電子機器においては、電子機器内部での放熱空間が少ないため、従来の冷却ファン単独、あるいは冷却ファンとヒートパイプとを組み合わせた冷却方式では 30

W程度までの消費電力のCPUにおいては対応可能冷却効果があったが、これ以上の消費電力のCPUでは内部の熱を十分に放出することが困難になっていた。また、放熱が可能な場合でも送風能力の大きい冷却ファンの設置が必須となり、このような電磁式の冷却ファンの場合、その回転羽根の風きり音等の騒音のために静音性が大きく損なわれていた。さらに、サーバ用のパソコンにおいても、普及率の増大に伴って小型化や静音化の要請が強くなっており、そのために熱の放出についてもノート型パソコンと同様な問題が生じていた。

【0005】

これらの問題を解決する方法として、特開2002-94276号公報および特開2002-94277号公報により開示されている電子機器の冷却装置がある。

【0006】

図19は、従来の電子機器の冷却装置の構成を示す横断面図である。

これらの冷却装置は、図19に示すように、吸熱部101と、熱を伝える放熱パイプ102および空冷ファン103を中心とした強制空冷部104とから構成されている。吸熱部101の一面にはCPU等の高い消費電力のデバイスと接触する吸熱部分を有し、吸熱部101の内部には、液流路105が設けられ、液流路105は、放熱パイプ102を経て強制空冷部104に接続されている。強制空冷部104は、放熱部であり、液体循環用ポンプ106と、空冷ファン103と、液体循環用ポンプ106および空冷ファン103を収納するハウジング部107とからなり、ガスケットを介して一体に組み立てられている。

【0007】

電子機器のCPUで発生した熱は、接触している冷却装置の吸熱部101に伝達され、吸熱部101の内部の液流路105の液体を温度上昇させる。液流路105内の液体は、液体循環用ポンプ106の圧力により運ばれて循環し、強制空冷部104に達する。強制空冷部104においては、空冷ファン103により液流路105で温度上昇した液体が冷却され温度低下し、温度低下した液体は、循環して吸熱部101に帰還する。一方、強制空冷部104で温められた空気は空冷ファン103により筐体の外に排熱される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の冷却装置は、吸熱部101と、放熱部とこれらを結ぶ放熱パイプ102とから構成され、さらにこれらに加えてポンプカバーや吸熱器カバー等が付加されているため、組み立てや電子機器本体への取り付けが複雑になると共に、ファンによる強制空冷が液体循環用ポンプ106のある強制空冷部104の周辺に限定されているために冷却効率が充分でないという問題点があった。

【0009】

さらに、従来の冷却装置は、強制空冷を液体循環用ポンプ106で行っているためにポンプ部の形状がポンプ単体の場合に比べて特になくなり複雑化し、全体の構成が厚くなってしまいう問題点があった。

【0010】

また、従来の冷却装置は、樹脂製のガスケットを多く用いた組み立て構成となっているために長期間の使用により内部の冷却用液体が僅かずつ外部に蒸散して失われ冷却性能が劣化するという問題点があった。

【0011】

本発明は斯かる問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であり、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化することができる電子機器の冷却装置を提供する点にある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記課題を解決すべく、以下に掲げる構成とした。

本願発明は、電子機器内の発熱部品を冷却する電子機器の冷却装置であって、前記発熱部品からの熱を冷媒によって拡散させる液冷手段と、該液冷手段によって拡散された熱を大気中に放熱する空冷フィン群が形成されている空冷手段とを具備し、前記液冷手段上に前記空冷手段が積層されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記液冷手段は、前記発熱部品に接触あるいは接合させて

熱を吸収する吸熱面と、該吸熱面に沿って形成された前記冷媒が流れる流通路と、該流通路内の前記冷媒を循環させる液冷用ポンプとを具備することを特徴とする。

さらに本願発明は、前記流通路は、溝部が形成された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷フィン群と前記基体と一体成型されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷フィン群の複数のフィンの内の少なくとも一つ以上のフィンの内部に前記流通路が形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、前記空冷フィン群に空気を流すための空冷ファンを具備することを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、前記空冷フィン群の全体を覆う第1の風洞手段を具備し、該第1の風洞手段より前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記液冷手段には、前記空冷手段に空気を供給するための空気孔が形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷フィン群は、複数のグループに分割されており、前記液冷手段には、前記空冷フィン群に空気を供給する空気穴が前記空冷フィン群の複数のグループ毎に形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、前記空冷フィン群の複数のグループをそれぞれ覆う第2の風洞手段を具備し、該第2の風洞手段により前記空冷フィン群の複数のグループ間で熱干渉を生じないように前記空冷ファンによって生じる空気の流れを規制させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、前記第2の風洞手段毎に空冷ファンを具備することを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、前記空冷フィン群の全体を覆う第1の風洞手段と、前記空冷フィン群を複数のグループ毎にそれぞれ覆う第2の風洞手段とを具備し、前記空冷手段には、前記第1の風洞手段によって形成される共通空気流路と、前記第2の風洞手段によって前記空冷フィン群を複数のグループ毎に

形成される個別空気流路とが形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、前記共通空気流路に配置された空冷ファンを具備し、該空冷ファンにより前記個別空気流路のそれぞれに空気の流れを生じさせることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記個別空気流路から前記共通空気流路に至る開口の断面積は、前記個別空気流路の空気流量を一定になるように前記空冷ファンから遠ざかるにつれて大きくなるように形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、圧電材への電圧制御により送風用平板を上下に振動させて空気を送る構造の圧電ファンを具備することを特徴とする。

さらに本願発明は、前記送風用平板は、前記圧電材から遠ざかるに従って幅が広がる形状であることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記送風用平板は、支持部に近い側と遠い側とで弾性率の異なる材質の平板からなり、遠い側の平板材質は、近い側の平板材質よりも弾性率が小さいことを特徴とする。

さらに本願発明は、前記送風用平板は、支持部に近い側と遠い側とで異なる厚さの平板からなり、遠い側の平板厚さが近い側の平板厚さよりも薄いことを特徴とする。

さらに本願発明は、前記空冷手段は、複数個配列されている前記圧電ファンを具備し、

隣接して配置されている前記圧電ファンの前記送風用平板の振動を $1/2$ 周期又は $1/4$ 周期分位相をずらして駆動させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記流通路は、循環方式で閉じている閉ループであり、当該閉ループの一部に前記流通路の断面積よりも小さい断面積を有するマイクロチャネル構造が形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記マイクロチャネル構造は、前記流通路は、幅 1 mm 以下の小さい溝が複数個配列された基体と前記吸熱面との接合により形成されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記液冷手段は、平板型圧電素子を駆動源とする圧電ポンプを具備し、該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記圧電ポンプは、前記冷媒の流れる方向を規制する板羽根構造の逆止弁を有する積層プレート構造であることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記圧電ポンプは、前記液冷手段内に組み込まれ、前記圧電ポンプと前記液冷手段とは、アルミニウム、ステンレス、銅等の金属素材を用いて一体連結されていることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記圧電ポンプは、前記冷媒を吸入および排出する複数のポンプ部と、該複数のポンプ部をそれぞれ駆動する複数の圧電ポンプ駆動部とを具備することを特徴とする。

さらに本願発明は、前記複数の圧電ポンプ駆動部は、前記複数のポンプ部の前記冷媒の吸入および排出を異なるタイミングで制御させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記圧電ポンプ駆動部は、前記ポンプ部の排出時間より吸引時間を2倍以上長くさせることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記液冷手段は、円環状圧電アクチュエータを駆動源とする圧電ポンプを具備し、該圧電ポンプにより前記冷媒を循環させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記液冷手段は、発熱体による前記冷媒の蒸発により前記冷媒を循環させる蒸発方式ポンプを具備することを特徴とする。

さらに本願発明は、前記蒸発方式ポンプは、複数の前記発熱体を具備し、前記複数の発熱体の発熱タイミングを制御することによって前記冷媒が流れる方向を決定させることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記冷媒を循環させる液冷用ポンプと前記空冷フィン群に空気を供給する空冷ファンと、前記液冷用ポンプおよび前記空冷ファンを駆動する電気制御回路とを具備し、該電気制御回路への外部からの入力が直流であることを特徴とする。

さらに本願発明は、前記液体ポンプ又は前記空冷ファンを駆動する前記電気制御回路部は、前記発熱部品の温度情報を取り込み、前記発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持させるように前記液体ポンプ又は前記空冷ファンを駆動させることを特徴とする。

さらに本願発明は、本発明の冷却装置を電子機器に搭載したことを特徴とする

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0014】

図1は、本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の構成を示す図であり、(A)は、電子機器に組み込まれた状態を示す断面図であり、(B)は、裏面側から見た斜視図であり、(C)は、(B)に示すA-B線の断面図である。

【0015】

本実施の形態の電子機器の冷却装置1が搭載されるノートPCは、は、図1(A)を参照すると、外形で厚み3～4センチメートルほどの筐体2の中に、CD-ROM3と、PCカード4と、HDD5と、さらに局所的な発熱を伴うCPU6および例えばチップセット等の発熱体7とがマザーボード8に実装され、狭い空間に多くの電子部品が搭載されている。なお、図1(A)において、11は、キーボードであり、LCD等の表示部は、省略されている。

【0016】

本実施の形態の電子機器の冷却装置1は、図1を参照すると、液冷部9と、空冷部12とが一体成形され、筐体2の中でも最も消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴うCPU6や発熱体7等の発熱部品に対し、液冷部9の吸熱面(金属蓋)19が接触あるいは接合されている。なお、図1(B)は、液冷部9の内部の流通路10を説明するために、実際には接合されて閉じている冷却装置1の下側の蓋となる吸熱面(金属蓋)19を取り外した状態を示している。

【0017】

液冷部9には、水や不凍液等の冷媒が流れる流通路10が吸熱面(金属蓋)19に沿って形成されており、流通路10は、図1(C)を参照すると、溝部が形成された基体24の下面に吸熱面(金属蓋)19を接合させることによって形成されている。基体24と吸熱面(金属蓋)19とには、例えば銅(Cu)やアルミニウム(Al)材等の良導性の金属材料が用いられ、CPU6や発熱体7等で発生した熱は、吸熱面(金属蓋)19を介して液冷部9に形成された流通路10

内の冷媒および基体 24 に伝えられる。なお、吸熱面（金属蓋）19 は、液冷部 9 の基体に対して拡散接合（ろう付け）、圧接、Oリングを用いた接合方法等のいずれかの方法により接合される。

【0018】

また、液冷部 9 には、流通路 10 の中の冷媒を循環させる電磁ポンプである液冷用ポンプ 14 が設けられており、液冷用ポンプ 14 によって冷媒を循環させることにより、CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品で発生した熱を熱伝達により液冷部 9 全体に熱拡散させる。

【0019】

さらに、液冷部 9 には、吸熱面（金属蓋）19 側から空冷部 12 に貫通する複数の空気孔 15a～15e が流通路 10 を回避する位置に形成されており、筐体 2 に設けられている空気流入口 17 からの冷却空気 23 が複数の空気孔 15a～15e を通過して空冷部 12 に至るように構成されている。

【0020】

空冷部 12 には、図 1 を参照すると、銅（Cu）やアルミニウム（Al）等の良導性の金属材料からなる空冷フィン群 13a～13e と、空冷フィン群 13a～13e の熱を周辺の空気に排出する空冷ファン 16 と、空冷部 12 から冷却空気 23 が周辺部に飛散して冷却効率を妨げないように空冷フィン群 13a～13e の上面を覆う空冷ファンカバー（風洞 1）20 と、空冷フィン群 13a～13e の相互間で熱干渉が起きないように、空冷フィン群 13a～13e 毎に冷却空気 23 の流路を形成するフィンカバー（風洞 2）22a～22e とが設けられている。なお、空冷部 12 の空冷フィン群 13a～13e と液冷部 9 の基体 24 とは、銅やアルミニウム等の同一金属により一体成型され、液冷部 9 からの熱が効率的に空冷部 12 に伝えられる。

【0021】

CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品から発生した熱は、液冷用ポンプによって流通路 10 内を循環する冷媒に熱伝導で伝わった後、閉じた中で循環する冷媒の熱伝達により液冷部 9 全体に熱拡散され、空冷部 12 の空冷フィン群 13a～13e に熱伝導により伝えられ、空冷フィン群 13a～13e に伝えられた熱は、空

冷ファン 16 によって形成される冷却空気 23 の流れによって筐体 2 外に熱放出される。すなわち冷却空気 23 は、筐体 2 に設けられている空気流入口 17 から筐体 2 内に流入し、液冷部 9 に設けられた空気孔 15 a ~ 15 e を通過して空冷フィン群 13 a ~ 13 e の内部にそれぞれ分散されて至り、空冷フィン群 13 a ~ 13 e のそれぞれに至った冷却空気 23 は、その他の空冷フィン群 13 a ~ 13 e に熱干渉することなく空冷ファン 16 を通り、筐体 2 の空気流出口 18 を通って筐体 2 外に熱放出される。

【0022】

本実施の形態において、電子機器筐体内に自由空間の存在するデスクトップパソコン等では、空冷部 12 として空冷フィン群 13 a ~ 13 e のみを有する自然空冷条件でも消費電力 25 W 級の CPU 6 の冷却が可能であるが、本実施の形態の筐体 2 のような狭い空間に 25 W を超える電子部品が搭載される電子機器においては、空冷フィン群 13 a ~ 13 e に伝えられた熱が筐体 2 内に籠もってしまい、筐体 2 内の温度上昇が起きてしまうので、筐体 2 外に熱を排出するための空冷ファン 16 が必要になってくる。

【0023】

次に、冷却装置 1 の空冷部 12 の具体的な構成について図 2 乃至図 4 を参照して詳細に説明する。

図 2 乃至図 4 は、図 1 に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【0024】

空冷部 12 の空冷ファン 16 として、図 2 に示すように、公知の DC ファン 21 を使用することができる。DC ファン 21 を液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）20 との間隙に隙間に配置可能である場合には、図 2（A）に示すように、液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）20 との間隙に DC ファン 21 を配置させ、DC ファン 21 を液冷部 9 と空冷ファンカバー（風洞 1）20 との間隙に配置できない場合には、図 2（B）に示すように、空冷ファンカバー（風洞 1）20 の上部に DC ファン 21 を配置させると良い。

【0025】

また、空冷部 12 の空冷ファン 16 として、図 3 に示すように、空冷部 12 の

フィンカバー（風洞 2）22a～22e の冷却空気出口付近に内蔵空冷ファン 30a～30e をそれぞれ設けても良い。内蔵空冷ファン 30a～30e によって冷却空気 23 の流れを形成する場合には、フィンカバー（風洞 2）22a～22e がファンカバーとしての役割をするため、空冷ファンカバー（風洞 1）20 を設けなくても良い。

【0026】

空冷部 12 の空冷フィン群 13a～13e は、液冷部 9 から貫通で形成された複数個の空気孔 15a～15e から流入する冷却空気 23 を効率よく取り込むために複数のグループに分割されている。すなわち、それぞれの空冷フィン群 13a～13e には、それぞれ空気孔 15a～15e からの冷却空気 23 が供給されることになる。さらに、空冷フィン群 13a～13e の分割だけでは、CPU 6 や発熱体 7 からの発熱によって空冷フィン群 13a～13e の相互間で熱干渉が生じてしまうため、空冷フィン群 13a～13e のそれぞれを通過した冷却空気 23 がその他の空冷フィン群 13a～13e に供給されないように冷却空気 23 の流れを規制するフィンカバー（風洞 2）22a～22e が空冷フィン群 13a～13e のそれぞれに対応して設けられている。

【0027】

また、空冷フィン群 13a～13e とフィンカバー（風洞 2）22a～22e によって規制された冷却空気 23 の流れに対し、さらに効率よく熱を筐体 2 外に排出するために、共通空気流路を流れる冷却空気 23 が発散しないよう全体を覆う空冷ファンカバー（風洞 1）20 を備えている。すなわち、空冷ファンカバー（風洞 1）20 によって空冷フィン群 13a～13e を流れる空気の共通空気流路が形成され、フィンカバー（風洞 2）22a～22e によって空冷フィン群 13a～13e のそれぞれを流れる空気の個別空気流路が形成されている。

【0028】

さらに、図 4 に示すように、空冷フィン群 13a～13e 間のそれぞれフィン間隙間 40a～40e の断面積（個別空気流路から共通空気流路に至る開口の断面積）を DC ファン 21 から遠ざかるにつれて大きくなるように形成し、液冷部 9 から貫通する複数個の空気孔 15a～15e からそれぞれ流入して空冷フィン

群 13 a～13 e およびフィンカバー（風洞 2） 22 a～22 e の間を流れる冷却空気 23 の流量が各空冷フィン群 13 a～13 e において均等になるように、すなわち、開口面積をコントロールすることにより圧力制御して空冷フィン群 13 a～13 e 内部の冷却空気 23 の流速を一定に保っている。

【0029】

次に、冷却装置 1 の液冷部 9 の具体的な構成について図 5 および図 6 を参照して詳細に説明する。

図 5 は、図 1 に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図であり、図 6 は、図 5 に示す C-D 断面を上方から見た液冷部の平面図である。

【0030】

液冷部 9 の液冷用ポンプ 14 として、図 5 および図 6 に示すように、空冷部 12 の空冷フィン群 13 a～13 e と一体成形される流通路 10 内に内蔵された液体駆動ポンプ 50 を使用することができる。流通路 10 内に内蔵された液体駆動ポンプ 50 を使用することにより、流通路 10 内の冷媒と液体駆動ポンプ 50 とを配管等で接続する部分を無くして、閉じた中で冷媒を循環することができる。

【0031】

流通路 10 は、図 6 に示すように、循環方式により閉じたループ状流通路 60 となっており、ループ状流通路 60 は、液冷部 9 に形成された複数の空気孔 15 a～15 e を避けるように閉ループ状に形成され、冷却装置 1 全体への熱拡散機能を有する。また、CPU 6 等で発生した熱を素早く移動させるために、CPU 6 等に対応するループ状流通路 60 の部分では、CPU 6 等よりも横方向（図 6 中上下方向）に長く形成されている。

【0032】

搭載される多くの電子部品の中でも発熱量の大きい CPU 6 に対応する部分には、図 6 に示すように、マイクロチャネル 61 が形成されている。マイクロチャネル 61 は、CPU 6 に接する吸熱面（金属蓋）19 の近傍に形成され、基体 24 に形成された幅 1 mm 以下の小さい複数の溝部であり、マイクロチャネル 61 においてループ状流通路 60 の断面積よりも断面積を小さく分割することで流速を高めて熱交換効率が改善する効果がある。しかしながら、マイクロチャネル

61では、流路の抵抗が増大するため、CPU6付近のみに限定して設けるべきである。

【0033】

ループ状流路60内の冷媒として、例えば体積当たりの熱容量の大きい水等の液体を用いることによって、気体等に比べて飛躍的に放熱性能を上げることができる。また、ループ状流路60の長さをCPU6サイズ以上とすることで、ループ状流路60内を循環する冷媒との接触面積を大きくすることで、熱伝達が効率的に行われる。ただし、接触表面積を必要以上に大きくしてしまうと圧力損失が増大するため、場合によっては液体駆動ポンプ50の能力を超えて冷媒は循環しなくなるので、放熱性能は低下する。従って、本冷却装置1では、放熱性能、圧力損失、液体駆動ポンプ50の能力を考慮した最適値が適用される。

【0034】

次に、空冷フィン群13a～13eに空冷フィン群内流路70を設けた例について図7および図8を参照して詳細に説明する。

図7は、図1に示す空冷フィン群に形成された空冷フィン群内流路の構成を示す横断面図であり、図8は、図7に示すE-F断面図である。

【0035】

図7に示すように、空冷フィン群13a～13eの複数個のフィンの内、少なくとも一つ以上のフィンの内部に冷媒が流れる空冷フィン群内流路70を形成する。空冷フィン群内流路70を、図7に示すように、空冷フィン群13aと空冷フィン群13eとの内部に形成することにより、封入された水等の冷媒が液冷部9のみならず空冷部12の空冷フィン群13aや空冷フィン群13eにも循環することになり、熱拡散効果をより高めることができる。空冷フィン群内流路70は、図8(A)に示すように、空冷フィン群13aの内の一部に設けても、図8(B)に示すように、空冷フィン群13aの全てに設けても良く、また、空冷フィン群内流路70によって空冷効率が高まるため、図8(C)および(D)に示すように、空冷フィン群13aの数を少なく形成するようにしても良い。さらに、空冷フィン群内流路70は、図8(A)のA-A'断面に示すように、板状の空冷フィン群13aの中に形成しても良く、また、図8(B)および(C)のA

ーA'断面に示すように、パイプ状の空冷フィン群内流路70自体が空冷フィン群13aとして機能するよう形成しても良い。さらに、パイプ状の空冷フィン群内流路70自体を空冷フィン群13aとして用いる場合には、図8(D)のAーA'断面に示すように、空冷フィン群内流路70の間隙に金属網(ラジエーター構造)を設けて空冷効率を向上させると好適である。

【0036】

次に、空冷ファン16として使用することができる圧電ファンの構成について図9乃至図13を参照して詳細に説明する。

図9は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの構成を示す斜視図であり、図10は、図9に示す圧電ファンの送風プレートの第1および第2の変形例を示す上面図であり、図11は、図9に示す圧電ファンの送風プレートの第3および第4の変形例をそれぞれ示す上面図および側面図であり、図12は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして複数の圧電ファンを使用した例を示す側面図であり、図13は、本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの変形例の構成を示す斜視図および側面図である。

【0037】

本実施の形態の電子機器の冷却装置1の空冷ファン16として圧電ファン200を使用することができる。圧電ファン200は、図9を参照すると、圧電素子201の先端に送風プレート202を接合して、圧電素子201を支持体203に固定した圧電ファンであり、圧電素子201に通電駆動することにより、送風プレート202が上下に振動して、結果として空気を送ることができる。

【0038】

図10(A)は、送風プレート202として、プレート形状が先端ほど大きくなる台形プレートを使用した第1の変形例を示し、図10(B)は、送風プレート202として、プレート形状が先端ほど大きくなる御椀型プレートを使用した第2の変形例を示す。送風プレート202の第1もしくは第2の変形例を圧電ファン200に使用した場合には、いずれの場合も、側面より空気を取り込みやすくなるため、より多くの空気を送ることができ、圧電ファン200の送風量を大

きくすることが可能になる。

【0039】

また、送風プレート202の材質、厚さを複数種類組み合わせた構造とすることもでき、図11(A)は、送風プレート202として、弾性力の異なる送風プレート202aと送風プレート202bとを使用し、圧電素子201に接合されている送風プレート202aの弾性率よりも開放端である送風プレート202bの弾性率を小さくした第3の変形例を示す。また、図11(B)は、送風プレート202よりも薄い薄型送風プレート204を送風プレート202の開放端に接合した第4の変形例を示し、第4の変形例では、薄型送風プレート204は送風プレート202よりも薄いため、撓りやすくなっている。送風プレート202の第3もしくは第4の変形例を圧電ファン200に使用した場合には、いずれの場合も、圧電ファン200の送風量を大きくすることが可能となる。

【0040】

空冷ファン16として圧電ファン200を複数個用いた空冷ファン構造にすることにより、空気流量の安定化を図ることができ、例えば、図12に示すように、両側に壁205を有する空気流路の流れ方向に対して複数個の圧電ファン200a~200cを同じ間隔で配置した構造をとる空冷ファン構造である。各圧電ファンの駆動位相を1/2ずつ、ずらすことにより、単体の圧電ファンの場合よりも安定した空気流量を実現することができる。

【0041】

図13(A)は、圧電素子201に対して、送風プレート202を接合して、さらに薄い薄型送風プレート204を側面に接合した構造の圧電ファンである。図13(B)は、前記の圧電ファンを、空気流路に複数個配置した構造の空冷ファン構造である。この例では5個の圧電ファン200aから200eを配置しており、これら5個の圧電ファン200a~200eの位相を1/4ずつ、ずらして駆動させている。この構造により、空気流量を安定化させることが可能となる。

【0042】

次に、液冷用ポンプ14として使用することができる圧電ポンプの構成につい

て図14乃至図16を参照して詳細に説明する。

図14は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する積層型圧電ポンプの構成を示す断面図であり、図15は、図14に示す積層型圧電ポンプの構成を示す構成図であり、図16は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する円環状圧電ポンプの構成を示す構成図である。

【0043】

低騒音、薄型かつ高い冷却機能を有する熱流体循環を促す冷却装置を実現するために、冷媒の循環を促すポンプの役割は極めて重要である。さらに、携帯性を必要とする小型電子機器では、携帯性が必要であり、電気エネルギー供給源として、AC-DCアダプター等の商用電源のみならず電池が用いられる。電池はその電気エネルギー蓄積容量に制限があるため、冷却装置の消費電力は極小にしなければならない。さらにポンプ駆動源の発熱は、冷却液の温度上昇を誘起し、冷却装置の熱交換効率を悪化させる。それ故、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率の高いポンプ駆動源を使用する必要がある。一般的に、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率の高い素子として圧電セラミックスを用いた圧電アクチュエータが知られている。分極処理された圧電セラミックスは、金属板等に貼り付けて動作させることにより屈曲振動を励起させることが可能であり、このような積層プレート構造の圧電アクチュエータは、変位量は大きくないが、一般に電磁式のアクチュエータに比べて、薄型化が可能であり、発生力も大きくとれ、高周波駆動も容易であるという特徴がある。

【0044】

しかし、圧電アクチュエータの屈曲動作を利用した圧電ポンプには、流れを一方方向に誘導するために逆止弁が必要になるため、その質量に起因した流速の遅延、および圧力損失の発生を防止する必要がある。また、圧電ポンプ部と流路との結合部が樹脂等の弾性体で構成されているとやはり圧力損失の発生が起こり得る。さらに長期に使用した後では前記結合部に使用されている弾性体は劣化が起こり個々を基点とした冷却媒体のもれや揮発等の発生が起こり得る。また、冷却液が密閉された冷媒循環型の冷却装置では、逆止弁に間欠動作になり、一定流量を得にくい。また、循環密閉型冷却装置においては、流路内の冷却液中に発生する

気泡による圧損の対策が必要となる。また、加熱源の熱量は時間変動が生じるが、この熱量変動により冷却装置を循環する冷却液の液温変動による粘性等の物性変化や、冷却装置を構成する部材の熱膨張係数の変化のため、圧力変動による流量変動が生じやすい。また、逆止弁がポンプの下側の位置に配置されているとこの寸法によりポンプの薄型化が困難になる。従って本発明の電子機器の冷却装置 1 に圧電ポンプを使用する場合には、このような問題点を解決する必要がある。

【0045】

本発明に適用される積層型圧電ポンプとしては、図 14 に示すような、2 個の圧力室を有する積層プレート構造の一体型屈曲型圧電ポンプを使用することができる。一体型屈曲型圧電ポンプは、圧電板 113、114 のそれぞれ伸縮運動により圧力室 122、123 に液体の導入および圧力室 122、123 からの液体の排出を行うことにより、流入口 162 から液体を取り入れ、排出口 163 から液体を排出する。圧力室 122、123 には、液体の流れる方向を規制する流入逆止弁 132、133 と、排出逆止弁 154、155 とがそれぞれ設けられている。なお、図 14 では、流入口 162 と排出口 163 とが左右に一つずつ存在しているが、ポンプから離れた場所で流路は、合流される構造になっており、図 14 中に示す矢印は、冷媒等の液体の流れる方向を示している。また、一体型屈曲型圧電ポンプは、図 5 に示す液体駆動ポンプ 50 のように、液冷部 9 内に組み込まれ、一体型屈曲型圧電ポンプと液冷部 9 との結合をアルミニウム、ステンレス、銅等の金属素材を用いて一体連結されているため、圧力損失が防止されている。

【0046】

流入口 162 から流入した液体は、予備室 166 に入って減速され、次に流入孔 142、143 を通じて流入逆止弁 132、133 に達する。このとき、流入逆止弁 132、133 は圧力室 122、123 の方向に持ち上がり、液体は、圧力室 122、123 に達する。圧力室 122、123 においては、圧電板 113、114 の伸縮運動により振動板 115 の屈曲振動が励振され、液体に加圧され、流入逆止弁 132、133 が下降して流入孔 142、143 を塞ぐため逆流することはなく、同時に排出逆止弁 154、155 が下降するため、液体は、排出

孔144、145を通じて排出口163から排出される。なお、流入逆止弁132、133および排出逆止弁154、155は、例えば板羽根構造等により薄型化されたものであり、液体の運動を阻害することなく高速に動作する。

【0047】

次に一体型屈曲型圧電ポンプの具体的な作製方法について図15を参照して詳細に説明する。

圧電板113、114は、ジルコン酸・チタン酸鉛系セラミックス材料を用いた。圧電セラミックス材料を、長さ15mm、幅15mm、厚さ0.1mmの形状に加工し、両主面に銀電極を焼成法により形成した。なお、電極は導電性のある、金、ニッケル、クロム、銅、銀・パラジウム合金、白金等を用いても良く、電極形成法も、スパッタ法、メッキ法、蒸着法、化学気相法等用いても特性に影響を及ぼさない電極を形成した圧電板113、114を振動板115にエポキシ系接着剤を用いて接合した。当該接合にはアクリル系もしくはポリイミド系接着剤を使用しても良い。また、本実施例では、圧電板113、114を機械加工により作製したが、振動板115としてジルコニアセラミックスやシリコンを用いれば、これに圧電セラミックスを、印刷焼成法やスパッタ法、ゾルゲル法、化学気相法により一体形成することが可能である。

【0048】

図15を参照すると、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.05mmのアルミニウムからなる振動板115と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.2mmのアルミニウムからなる圧力室板121と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.5mmのアルミニウムからなる上部逆止弁板131と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.2mmとアルミニウムからなる中央部逆止弁板141と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.1mmのアルミニウムからなる下部逆止弁板151と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.4mmのアルミニウムからなる流入排出板161と、長さ50mm、幅50mm、厚さ0.1mmのアルミニウムからなる弾性板171と、長さ50mm、幅50mm、厚さ1mmのアルミニウムからなる剛性板181とを拡散接合法により積層一体化し、総厚さ2.55mmの薄型ポンプ形状とした。

【0049】

振動板115の圧力室122、123のそれぞれに対応する位置には、圧電板113、114を接合し、圧電板113、114には、それぞれ電源111、112を接続した。また、圧力室板121には、幅15mm、長さ15mmの圧力室122、123を形成し、上部逆止弁板131には、流入逆止弁132、133と排出孔144、145とを形成し、中央部逆止弁板141には、流入孔142、143と排出孔144、145とを形成し、下部逆止弁板151には、排出逆止弁154、155と流入孔142、143とを形成し、流入排出板161には、流入口162および流入流路164と排出口163および排出流路164と予備室166とを形成し、剛性板181には、弾性板中抜き182を形成した。流入孔142、143および排出孔144、145は、直径5mmに形成し、流入逆止弁132、133および排出逆止弁154、155は、長さ10mm、幅6mmとし、その先端を各流入孔、および排出穴を塞ぐ位置に配置した。なお、圧電板113、114は、圧電セラミックスと電極を交互に積層した構造にすれば低電圧駆動が可能である。さらに、振動板115をはさみ、上下部に圧電板113、114を1枚ずつ配置したバイモルフ構造にすれば、流入圧、排出圧が向上できる。

【0050】

また、図15に示すように2個以上の圧力室122、123を複数のポンプ部として形成し、少なくとも2個のポンプ部を、一方のポンプ部が液体排出時に、一方のポンプ部が液体流入を行い、液体流入されたポンプ部が今度は液体排出を行い、液体搬出した一方のポンプ部が液体流入を行うというように2個のポンプ部を連動させて駆動させることで液体の流量を一定に保つことができる。

【0051】

例として、流入動作時には、圧電板113、114にDC50V、AC振幅50V、10kHz、半周期の電界を印加して、また排出時はDC50V、流入時とは逆相のAC50V、5kHzの電界を印加して圧電ポンプを駆動させた。なお、2つのポンプは各逆相すなわち交互に動作させるよう制御を行うことで流量を安定化させることが可能である。さらに、電源111、112の駆動電圧を調

整して、1個のポンプ部の排出時間より吸引時間を2倍以上長くする。これにより排出時に生じるポンプ室内の液の乱流が吸入時に沈静化するため、排出効率を向上できる。また、下部逆止弁板151、流入排出板161、弾性板171、剛性板181を金属材料で作製し、これを冷媒循環部と共有すれば、従来例に示される接合部を必要とせず、従って同部位による圧損を防止できる。また、結合部に樹脂を使用しないため、長時間使用後に発生する樹脂のひび割れによる冷却液体のもれや蒸発を防止することができる。

【0052】

液冷用ポンプ14として、図16に示すような、円環状の圧電アクチュエータを配置した圧電ポンプを使用しても良い。円環状の圧電アクチュエータを配置した圧電ポンプは、円環状圧電アクチュエータを構成する各圧電板を駆動する位相を変えて順に屈曲させて進行波を発生させ、これにより逆止弁を用いることなく流路中の液体を一方向に回転させる。図16において、(A)は、積層構成を示す断面図であり、(B)は、(A)に示すG-H断面図であり、(C)は、下面図である。

【0053】

図16(A)を参照すると、上部保護板191と下部保護板193との2枚の保護板により流路192を密閉している。下部保護板193の下面には、図16(B)に示すように、円環状の圧電アクチュエータ194が配置され、図16(C)に示す流路192の円環部に添うように接続される。圧電アクチュエータ194は、例えば分極の極性を交互に反転させておき各部に位相をずらして電界を印加すると、上下方向の伸縮運動が進行波のように励振されて、流路192内の滞留する液体が、円環状の流路に沿って円運動を起こし、図16(C)左側の流路から液体の流入と排出が同時に起こり、一方向の流れを生じる。圧電アクチュエータ194の運動により逆止弁を無くし、かつ流路192内で発生する気泡毎循環させるポンプを実現することができる。

【0054】

次に、液冷用ポンプ14として使用することができる液体の蒸発沸騰を利用した蒸発方式ポンプの構成について図17および図18を参照して詳細に説明する

図17は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプの構成を示す上面図であり、図18は、本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプの構成を示す横断面である。

【0055】

液冷用ポンプ14として使用する蒸発方式ポンプは、図17を参照すると、液体流れの本流301から分岐した流路である支流302を形成して、支流302に発熱体303を設けた構造のポンプである。発熱体303に通電することにより発熱体が温度上昇して発熱体に接している液体の沸点温度を超えると、液体が沸騰して蒸気305が発生し、液体に流れを作り出す。なお、支流302の発熱体303の手前には、液体の逆流を防止するための逆止弁304が設けられており、液体は一方向に流れるように制御されている。通常、液体が沸騰して気体になると大きく体積が膨張するため、閉じた流路内にある液体に対して部分的に加熱して沸騰させると、気化による膨張により液体が押し出され、これを連続的にを行い、かつ流路の一部に逆止弁構造を設けることにより、液体のポンプの機能を実現できる。

【0056】

図18には、複数個の発熱体303を設けた構造の蒸発方式ポンプの構成が示されており、本流301内の液体に接する形で発熱体303が5個並んで配置されている。図18(A)は、ある時間における蒸発の様子であり、3つの発熱体の上から蒸気305が発生している。図18(B)は、図18(A)の状態から100ミリ秒経過した時の蒸発の様子を示している。この時、発熱体の蒸発のタイミングが所望の流れの方向へシフトしていくようにすると、流体の流れを形成することができる。つまり、図18(B)に示す状態の蒸発している蒸気305は、図18(A)に示す状態よりも左側にずれており、これを連続させることにより液体を図18に矢印で示す右から左に送ることが可能になる。

【0057】

なお、以上説明してきた実施の形態では、空冷ファン16としてDCファン21、圧電ファン200等を使用する例を、液冷ポンプ14として電磁ポンプ、圧

電ポンプ、蒸発方式ポンプ等を使用する例に挙げたが、各方式の組み合わせは任意である。

【0058】

本発明の冷却装置1は、任意の電子機器に搭載して、その効果を発揮することが可能である。例えば、ノート型のパソコン等は、比較的消費電力が大きく、筐体は小型薄型という特徴を有しているため、本発明の冷却装置の効果は非常に大きい。例えば厚さ5mmで全体の寸法が100mm×200mm程度の本発明の冷却装置1を用いることにより、40W程度のCPUの冷却を実現可能である。従って、本発明の冷却装置1を搭載したノート型パソコンは、従来の冷却装置を搭載したノート型パソコンよりも、小型化、薄型化、低騒音化が可能であり、消費者にとって大きな魅力を持つノート型パソコンを実現できる。また、その他の電子機器としても、デスクトップパソコン、コンピュータサーバ、ネットワーク機器から、プラズマディスプレイ、プロジェクタ、ホームサーバ等にも搭載が可能であり、ノート型パソコンの場合と同様に小型・低騒音で高い冷却効果が得られる。

【0059】

本発明の冷却装置1の冷却性能として、外形200×100mm、厚み1mmの液冷部9の流通路10内に少なくとも20ml程度の冷却水を封入して流量毎分10～20mlで循環することにより、空冷部12がない場合でも消費電力25W級のCPUを動作させた時の最大温度を90℃以下に抑えられることを実験により確認した。従って、従来の消費電力25W級のCPUを冷却できるヒートパイプ技術や強制空冷技術に比べ、冷却部の体積を約1/5に小型かつ薄型にできる。

【0060】

また、本発明の冷却装置1の液冷部9と空冷部12を組み合わせた構成で、外形200mm×100mm、厚み5mmの場合において、液冷部9の流通路10内に少なくとも20ml程度の冷却水を封入して流量毎分10～20mlで循環し、さらに、フィン群や、風洞1、風洞2を有する空冷部12に備えた空冷ファンから風速毎秒0.8m程の強制対流を発生させることにより、消費電力40W級

のCPU動作時の最大温度を90℃以下に抑えられることを実験により確認した。従って、消費電力40W級のCPUを冷却できる従来の強制空冷技術に比べ、冷却部の体積を約1/10に小型かつ薄型化できる。

【0061】

また、本冷却装置1からの騒音について、冷却装置1の空冷部12に備えた内蔵空冷ファン30および液冷部9に備えた液体駆動ポンプ50のそれぞれの駆動源として、前記実施例で述べた圧電技術を採用することにより、本冷却装置1の動作時の騒音を30dB以下に抑えることができた。消費電力40W級のCPUを冷却させる従来の強制空冷技術においては、例えばノートパソコンの場合には少なくとも2個のDCファン21が利用されており、騒音も40dB程度に達しており、これに比べると大きな改善を実現した。従って、本冷却装置の搭載されたノートパソコンであれば、図書館や病院等騒音発生が問題となる公共の場所でも利用が可能となる。

【0062】

冷却装置1の液冷部9と空冷部12の製造方法においては、例えば銅、アルミニウム、ステンレス等の金属材料を用い、液冷部9と空冷部12の一体化加工には公知のダイキャスト技術、金型技術、エッチング技術等既存のヒートシンクの場合と同様な製造技術を適用することが可能である。

【0063】

以上説明したように、本実施の形態によれば、液冷部9と空冷部12とが積層された構成であり、各構成部品に対して平板形状もしくは平板形状に近い形状を採用することができ、各部品を積層化一体化することにより組み立てることができるため、全体が平坦化形状とすることができるため、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化することができ、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であるという効果を奏する。

【0064】

さらに、本実施の形態によれば、液体駆動ポンプ50を液冷部9に一体化させる構成をとることで、設計の自由度がさらに向上し、全体の厚みを10mm以下、もしくは5mm以下と薄型化させることができ、電子機器、特にノートパソコン

コン等への搭載の自由度向上が図れるという効果を奏する。

【0065】

さらに、本実施の形態によれば、空冷部12において、複数の個別空気流路を形成して各個別空気流路に温められていない空気を取り入れるための空気孔を設けると共に、個別空気流路が通過した空気を流すための共通空気流路を形成することにより、限られたスペースの中で発熱部品から吸熱した熱を効果的に電子機器の外へ排出することが可能になるという効果を奏する。

【0066】

さらに、本実施の形態によれば、冷媒が流れる流通路10を有する液冷部9においては、空冷用フィンの内部にまで空冷フィン内流路70を設けたり、流通路10の一部に流速を部分的に向上させるためのマイクロチャネル61を設けたりすることにより、冷却媒体から効率よく熱交換することが可能となり冷却性能の向上を図ることができるという効果を奏する。

【0067】

さらに、本実施の形態によれば、液冷用ポンプ14による液体循環式冷却機構と空冷ファン16による強制空冷とを組み合わせることで、空冷ファン16の送風量を抑制することが可能であり、空冷ファン16部分からの騒音の発生を緩和させることができるという効果を奏する。

【0068】

なお、本実施の形態の液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50として、電磁型ポンプ、圧電バイモルフ式ポンプ、バブル型ポンプ、あるいは空冷用ファンと兼用したポンプを用いることができ、これらのポンプを用いることで、単位時間当たりの液体循環量を増大させたり、冷却装置全体の厚みや体積を低減させたりすることができる。

【0069】

さらに、本実施の形態の液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50や空冷ファン16を駆動する電気制御回路に対する外部からの入力、は、直流であることが望ましく、電気制御回路部において、CPU6、発熱体7等の発熱部品の温度情報を取り込み、発熱部品の温度が上限を超えない範囲で最大温度を維持するよ

うに液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50や空冷ファン16を駆動させると、冷却装置1の消費電力を節約することができる。

【0070】

さらに、冷却装置1の制御回路として、液冷用ポンプ14もしくは液体駆動ポンプ50を駆動する電気駆動回路と、空冷ファン16を駆動する電気駆動回路とがあるが、これら電気駆動回路の入力電圧を一定電圧以下とした構成や、両者を一体化させた構成を採用することが有効であり、この場合には、制御回路の簡略化や効率化、高精度化が可能になり、冷却装置全体の高性能化を図ることができる。

【0071】

なお、本発明が上記各実施の形態に限定されず、本発明の技術思想の範囲内において、各実施の形態は適宜変更され得ることは明らかである。また、上記構成部材の数、位置、形状等は上記実施の形態に限定されず、本発明を実施する上で好適な数、位置、形状等にすることができる。なお、各図において、同一構成要素には同一符号を付している。

【0072】

【発明の効果】

本発明の電子機器の冷却装置は、液冷部と空冷部とが積層された構成であり、各構成部品に対して平板形状もしくは平板形状に近い形状を採用することができ、各部品を積層化一体化することにより組み立てることができ、全体が平坦化形状とすることができるため、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成を薄型化することができ、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であるという効果を奏する。

【0073】

さらに、本実施の形態によれば、液体駆動ポンプを液冷部に一体化させる構成をとることで、設計の自由度がさらに向上し、全体の厚みを10mm以下、もしくは5mm以下と薄型化させることができ、電子機器、特にノート型パソコン等への搭載の自由度向上が図れるという効果を奏する。

【0074】

さらに、本実施の形態によれば、空冷部において、複数の個別空気流路を形成して各個別空気流路に温められていない空気を取り入れるための空気孔を設けると共に、個別空気流路が通過した空気を流すための共通空気流路を形成することにより、限られたスペースの中で発熱部品から吸熱した熱を効果的に電子機器の外へ排出することが可能になるという効果を奏する。

【0075】

さらに、本実施の形態によれば、冷媒が流れる流通路を有する液冷部においては、空冷用フィンの内部にまで空冷フィン内流路を設けたり、流通路の一部に流速を部分的に向上させるためのマイクロチャネルを設けたりすることにより、冷却媒体から効率よく熱交換することが可能となり冷却性能の向上を図ることができるという効果を奏する。

【0076】

さらに、本実施の形態によれば、液冷用ポンプによる液体循環式冷却機構と空冷ファンによる強制空冷とを組み合わせることで、空冷ファンの送風量を抑制することが可能であり、空冷ファン16部分からの騒音の発生を緩和させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る電子機器の冷却装置の実施の形態の構成を示す図であり、(A)は、電子機器に組み込まれた状態を示す断面図であり、(B)は、裏面側から見た斜視図であり、(C)は、(B)に示すA-B線の断面図である。

【図2】

図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図3】

図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図4】

図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図5】

図1に示す冷却装置の具体的な構成を示す横断面図である。

【図 6】

図 5 に示す C-D 断面を上方から見た液冷部の平面図である。

【図 7】

図 1 に示す空冷フィン群に形成された空冷フィン群内流路の構成を示す横断面図である。

【図 8】

図 7 に示す E-F 断面図である。

【図 9】

本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの構成を示す斜視図である。

【図 10】

図 9 に示す圧電ファンの送風プレートの第 1 および第 2 の変形例を示す上面図である。

【図 11】

図 9 に示す圧電ファンの送風プレートの第 3 および第 4 の変形例をそれぞれ示す上面図および側面図である。

【図 12】

本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして複数個の圧電ファンを使用した例を示す側面図である。

【図 13】

本発明の電気機器の冷却装置の空冷ファンとして使用する圧電ファンの変形例の構成を示す斜視図および側面図である。

【図 14】

本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する積層型圧電ポンプの構成を示す断面図である。

【図 15】

図 14 に示す積層型圧電ポンプの構成を示す構成図である。

【図 16】

本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する円環状圧電ポンプ

の構成を示す構成図である。

【図 17】

本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプの構成を示す上面図である。

【図 18】

本発明の電気機器の冷却装置の液冷用ポンプとして使用する蒸発方式ポンプの構成を示す横断面である。

【図 19】

従来の電子機器の冷却装置の構成を示す横断面図である。

【符号の説明】

- 1 冷却装置
- 2 筐体
- 3 CD-ROM
- 4 PCカード
- 5 HDD
- 6 CPU
- 7 発熱体
- 8 マザーボード
- 9 液冷部
- 10 流通路
- 11 キーボード
- 12 空冷部
- 13a～13e 空冷フィン群
- 14 液冷用ポンプ
- 15a～15e 空気孔
- 16 空冷ファン
- 17 空気流入口
- 18 空気流出口
- 19 吸熱面（金属蓋）

- 2 0 空冷ファンカバー（風洞 1）
- 2 1 D C ファン
- 2 2 a ~ 2 2 e フィンカバー（風洞 2）
- 2 3 冷却空気
- 2 4 基体
- 3 0 a ~ 3 0 e 内蔵空冷ファン
- 4 0 a ~ 4 0 e フィン間隙間
- 5 0 液体駆動ポンプ
- 6 0 ループ状流通路
- 6 1 マイクロチャネル
- 7 0 空冷フィン群内流路
- 1 0 1 吸熱部
- 1 0 2 放熱パイプ
- 1 0 3 空冷ファン
- 1 0 4 強制空冷部
- 1 0 5 液流路
- 1 0 6 液体循環用ポンプ
- 1 0 7 ハウジング部
- 1 1 1、1 1 2 電源
- 1 1 3、1 1 4 圧電板
- 1 1 5 振動板
- 1 2 1 圧力室板
- 1 2 2、1 2 3 圧力室
- 1 3 1 上部逆止弁板
- 1 3 2、1 3 3 流入逆止弁
- 1 4 1 中央部逆止弁板
- 1 4 2、1 4 3 流入孔
- 1 4 4、1 4 5 排出孔
- 1 5 1 下部逆止弁板

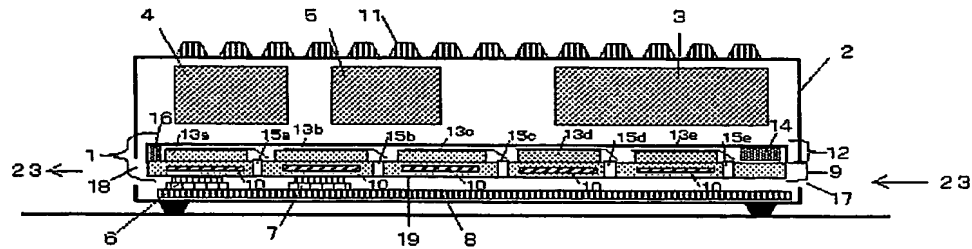
1 5 4、1 5 5 排出逆止弁
1 6 1 流入排出板
1 6 2 流入口
1 6 3 排出口
1 6 4 流入流路
1 6 5 排出流路
1 6 6 予備室
1 7 1 弾性板
1 8 1 剛性板
1 8 2 弾性板中抜き
1 9 1 上部保護板
1 9 2 流路
1 9 3 下部保護板
1 9 4 圧電アクチュエータ
2 0 0、2 0 0 a ~ 2 0 0 e 圧電ファン
2 0 1 圧電素子
2 0 2、2 0 2 a、2 0 2 b 送風プレート
2 0 3 支持体
2 0 4 薄型送風プレート
2 0 5 壁
3 0 1 主流
3 0 2 支流
3 0 3 発熱体
3 0 4 逆止弁
3 0 5 蒸気

【書類名】

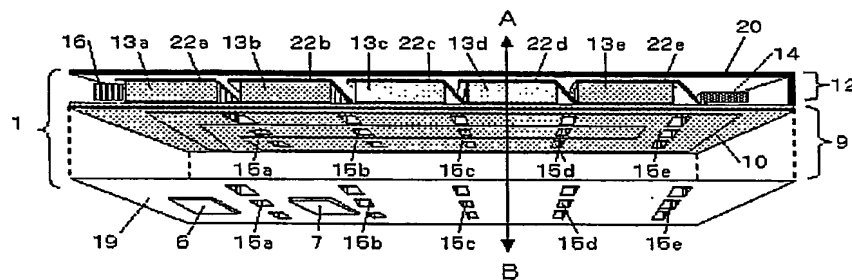
図面

【図1】

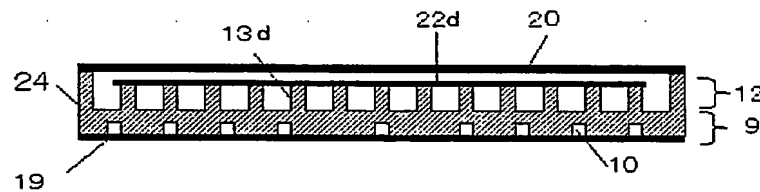
(A)



(B)

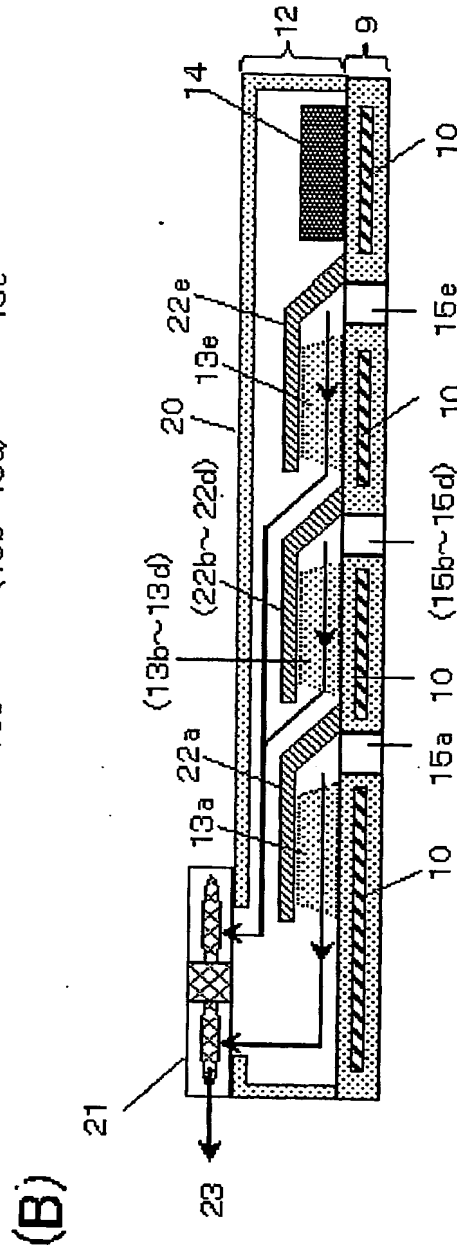
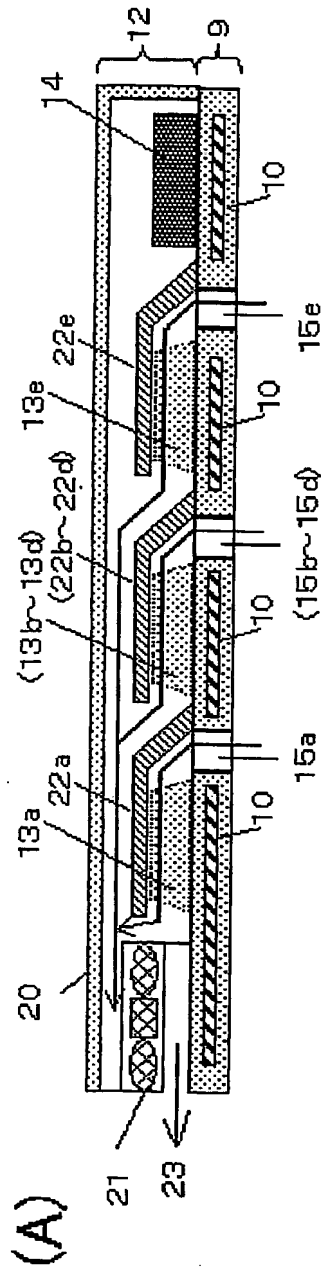


(C)



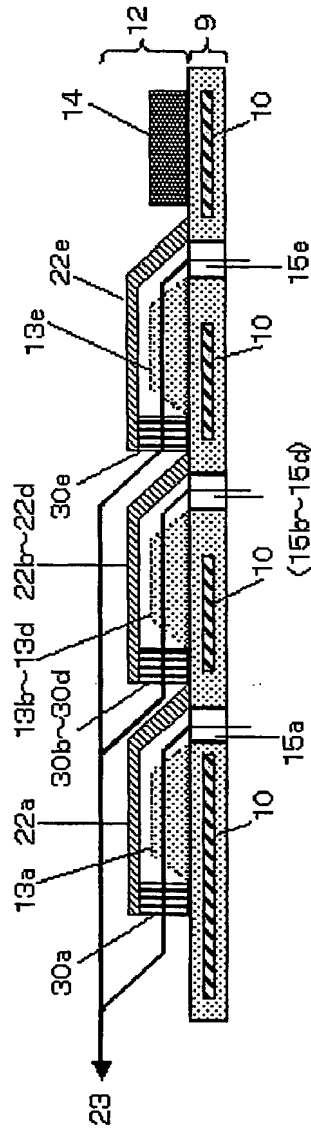
- | | | |
|----------|----------------|----------------------|
| 1 冷却装置 | 9 液冷部 | 17 空気流入口 |
| 2 筐体 | 10 流通路 | 18 空気流出口 |
| 3 CD-ROM | 11 キーボード | 19 吸熱面 (金属蓋) |
| 4 PC カード | 12 空冷部 | 20 空冷ファンカバー (風洞1) |
| 5 HDD | 13a~13e 空冷フィン群 | 22a~22e フィンカバー (風洞2) |
| 6 CPU | 14 液冷用ポンプ | 23 冷却空気 |
| 7 発熱体 | 15a~15e 空気孔 | 24 基体 |
| 8 マザーボード | 16 空冷ファン | |

【図 2】



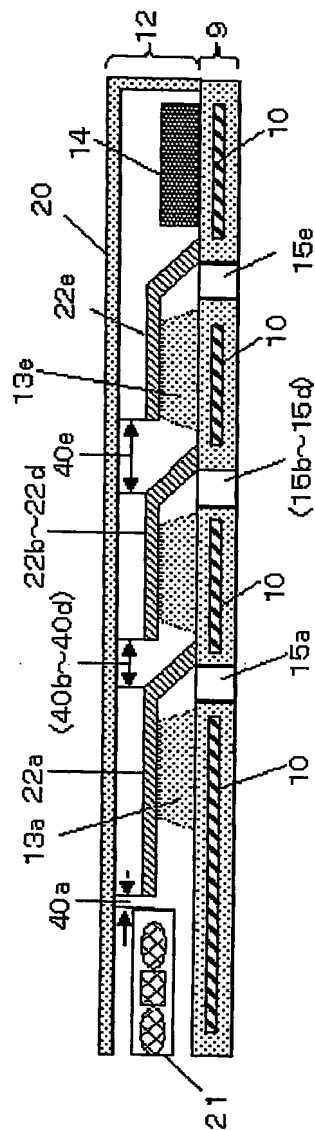
- | | | | |
|---------|--------|---------|-----------------|
| 9 | 液冷部 | 15a~15e | 空気孔 |
| 10 | 流通路 | 20 | 空冷ファンカバー (風洞 1) |
| 12 | 空冷部 | 21 | DC ファン |
| 13a~13e | 空冷フィン群 | 22a~22e | フィンカバー (風洞 2) |
| 14 | 液冷用ポンプ | 23 | 冷却空気 |

【図 3】



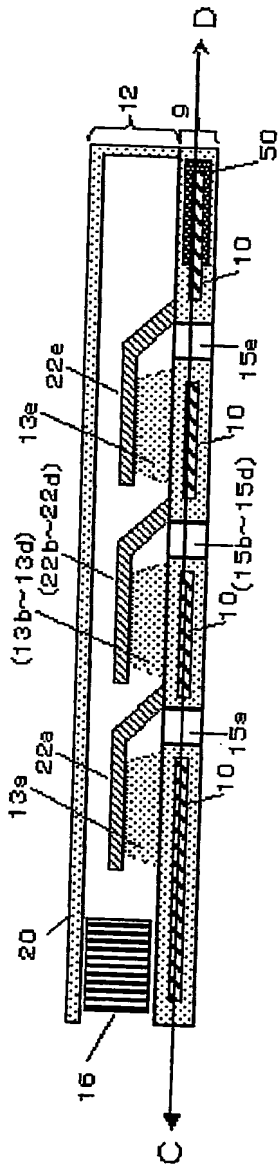
- | | |
|----------------|-----------------------|
| 9 液冷部 | 15a~15e 空気孔 |
| 10 流通路 | 22a~22e フィンカバー (風洞 2) |
| 12 空冷部 | 23 冷却空気 |
| 13a~13e 空冷フィン群 | 30a~30e 内蔵空冷ファン |
| 14 液冷用ポンプ | |

【図 4】



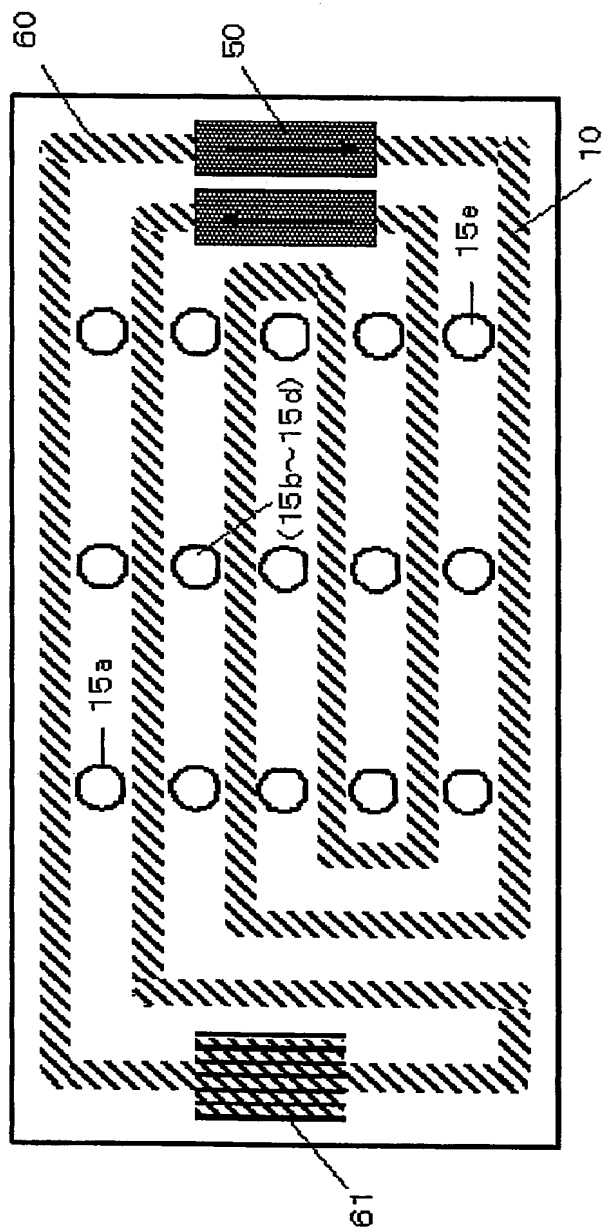
- 9 液冷部
- 10 流通路
- 12 空冷部
- 13a, 13e 空冷フィン群
- 14 液冷用ポンプ
- 15a~15e 空気孔
- 20 空冷ファンカバー (風洞1)
- 21 DCファン
- 22a~22e フィンカバー (風洞2)
- 40a~40e フィン間隙間

【図 5】



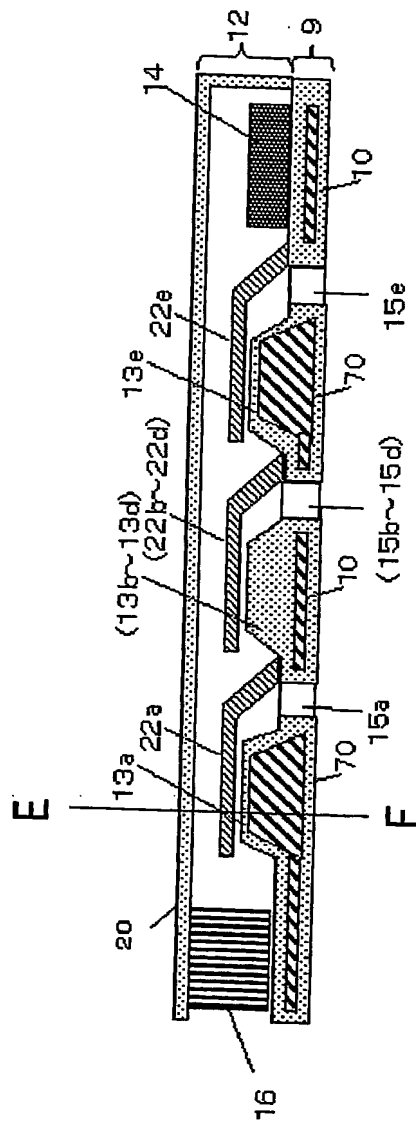
- | | | | |
|---------|--------|---------|----------------|
| 9 | 液冷部 | 15a~15e | 空気孔 |
| 10 | 流通路 | 16 | 空冷ファン |
| 12 | 空冷部 | 20 | 空冷ファンカバー (風洞1) |
| 13a~13e | 空冷フィン群 | 22a~22e | フィンカバー (風洞2) |
| | | 50 | 液体駆動ポンプ |

【図 6】



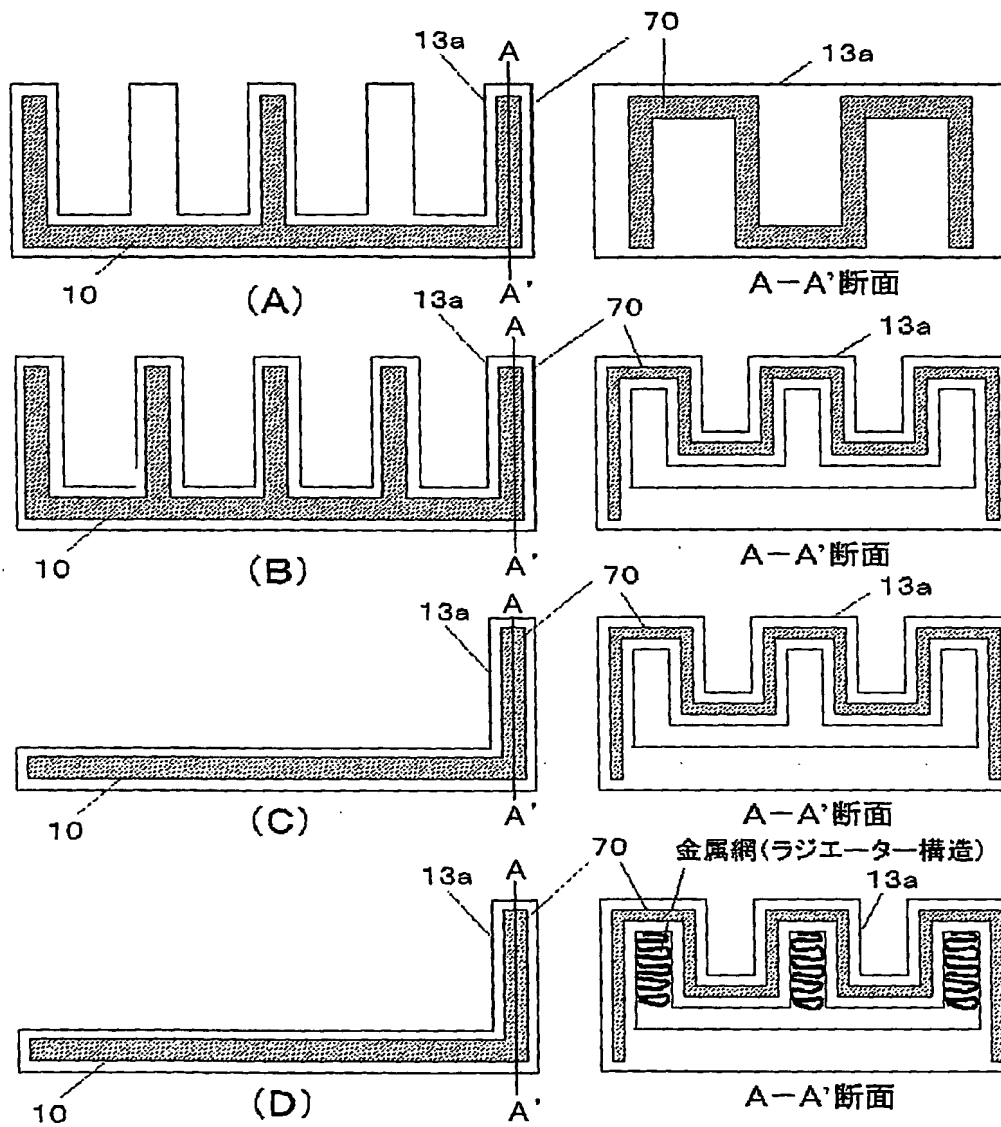
- | | | | |
|---------|---------|----|----------|
| 10 | 流通路 | 60 | ループ状流通路 |
| 15a~15e | 空気孔 | 61 | マイクロチャネル |
| 50 | 液体駆動ポンプ | | |

【図7】



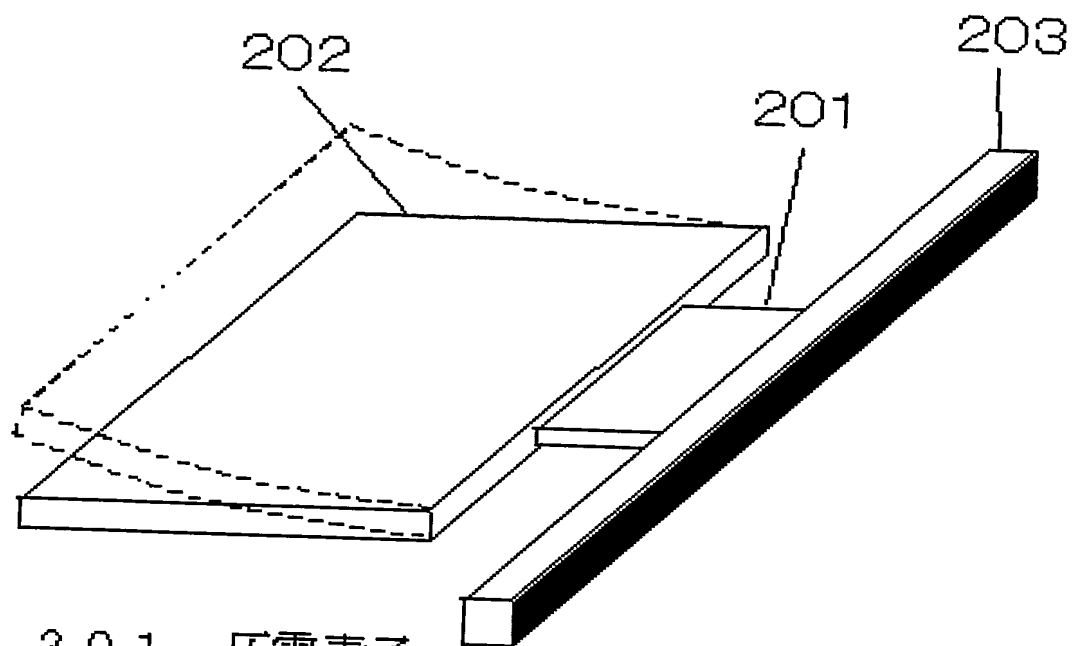
- | | | | |
|---------|--------|---------|----------------|
| 9 | 液冷部 | 16 | 空冷ファン |
| 10 | 流通路 | 20 | 空冷ファンカバー (風洞1) |
| 12 | 空冷部 | 22a~22e | フィンカバー (風洞2) |
| 13a~13e | 空冷フィン群 | 70 | 空冷フィン群内流路 |
| 14 | 液冷用ポンプ | | |
| 15a~15e | 空気孔 | | |

【図8】



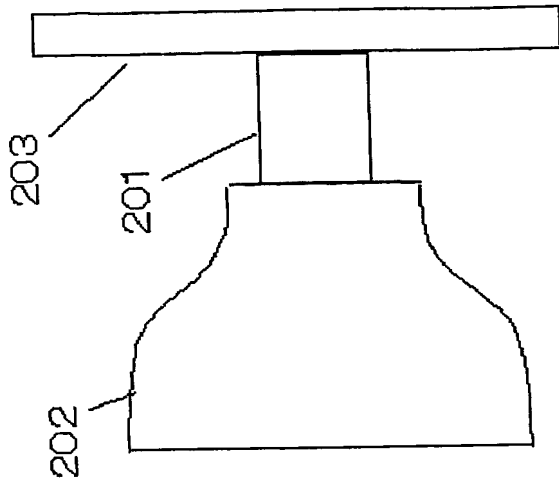
- 10 流通路
- 13a 空冷フィン群
- 70 空冷フィン群内流路

【図 9】

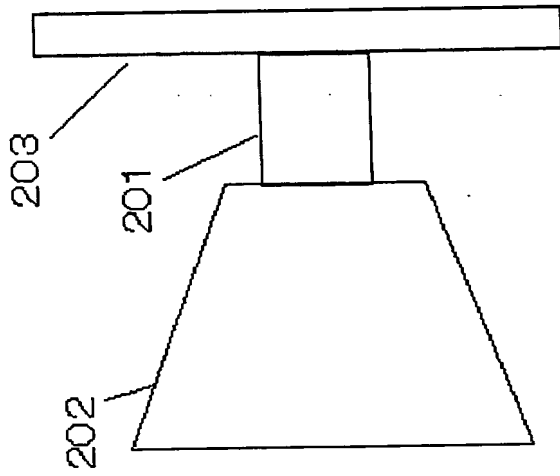


- 201 圧電素子
- 202 送風プレート
- 203 支持体

【図 10】



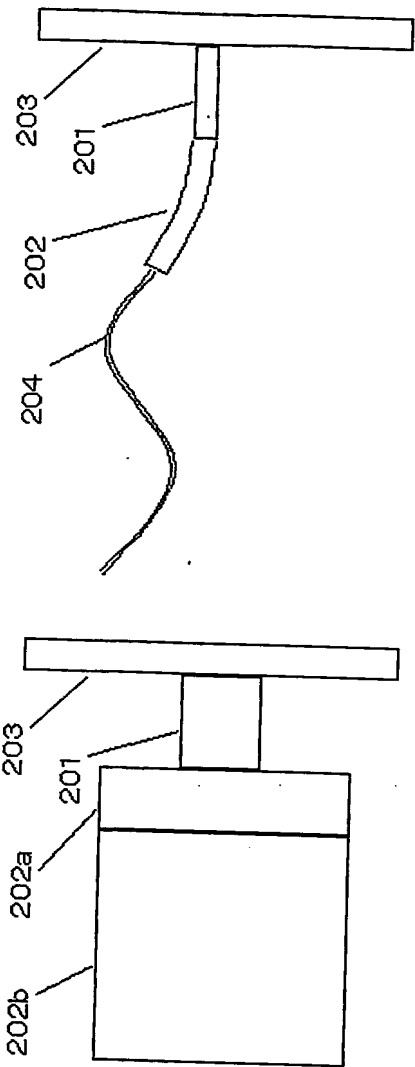
(B)



(A)

- | | |
|-----|--------|
| 201 | 圧電素子 |
| 202 | 送風プレート |
| 203 | 支持体 |

【図 11】



(A)

201 圧電素子

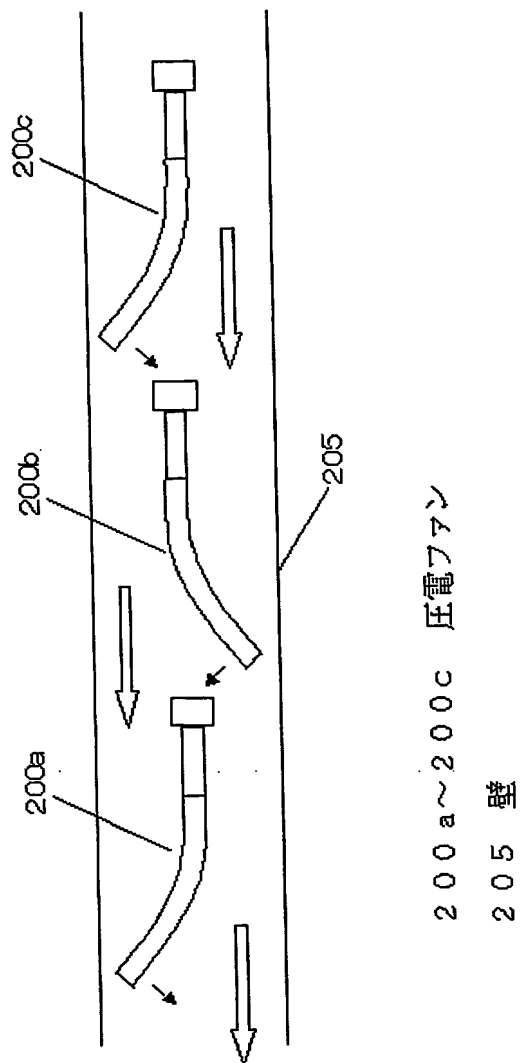
202, 202a, 202b 送風プレート

(B)

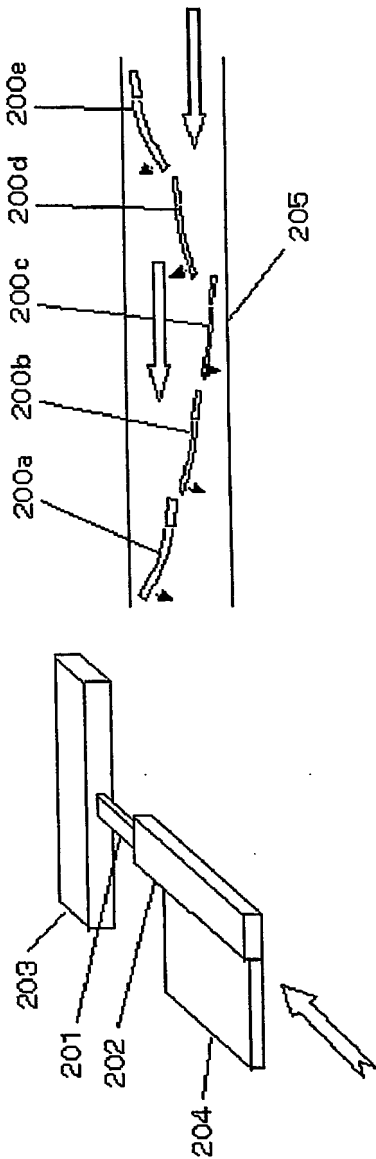
203 支持体

204 薄型送風プレート

【図 12】



【図 13】

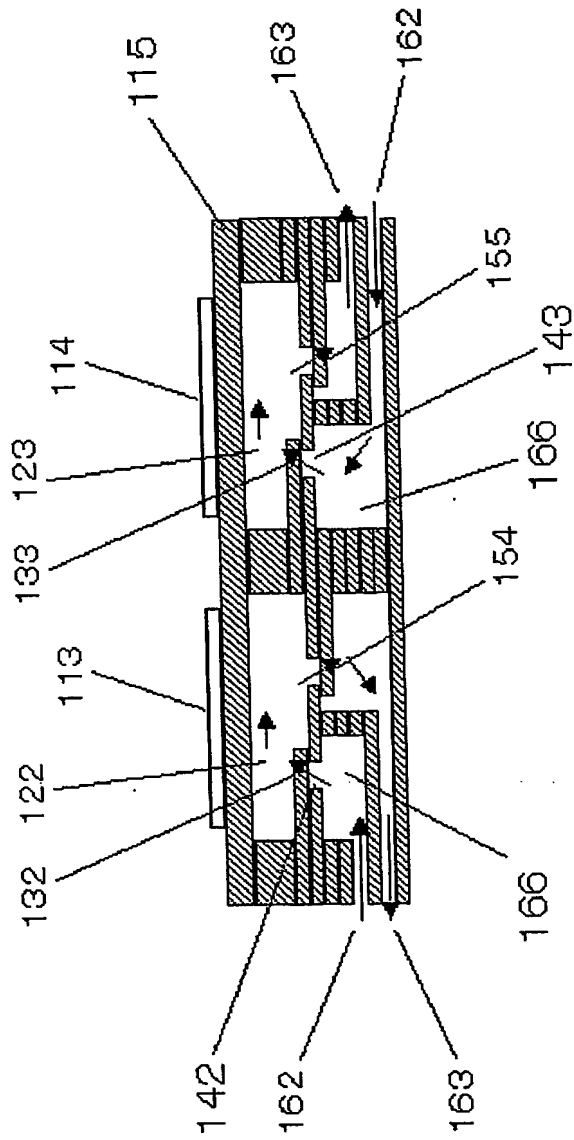


(A)

(B)

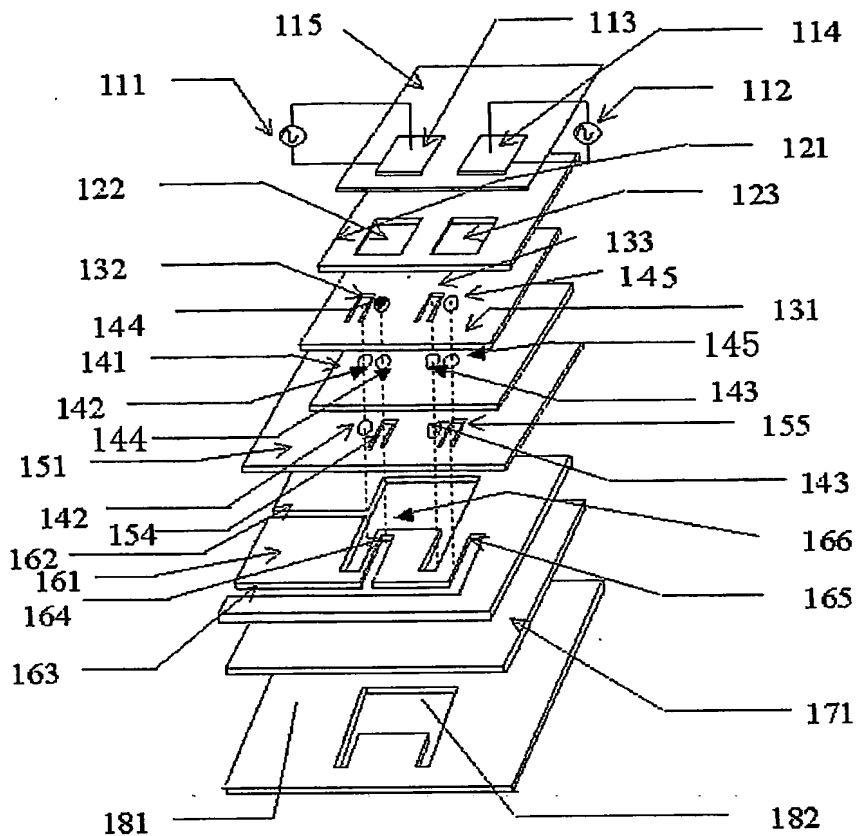
- | | | | |
|-----------|--------|-----|----------|
| 200a~200e | 圧電ファン | 203 | 支持体 |
| 201 | 圧電素子 | 204 | 薄型送風プレート |
| 202 | 送風プレート | 205 | 壁 |

【図 14】



- | | | | |
|---------|-------|---------|-------|
| 113、114 | 圧電板 | 142、143 | 流入孔 |
| 115 | 振動板 | 154、155 | 排出逆止弁 |
| 122、123 | 圧力室 | 162 | 流入口 |
| 132、133 | 流入逆止弁 | 163 | 排出口 |
| | | 166 | 予備室 |

【図 15】



111、112 電源

113、114 圧電板

115 振動板

121 圧力室板

122、123 圧力室

131 上部逆止弁板

132、133 流入逆止弁

141 中央部逆止弁板

142、143 流入孔

144、145 排出孔

151 下部逆止弁板

154、155 排出逆止弁

161 流入排出板

162 流入口

163 排出口

164 流入流路

165 排出流路

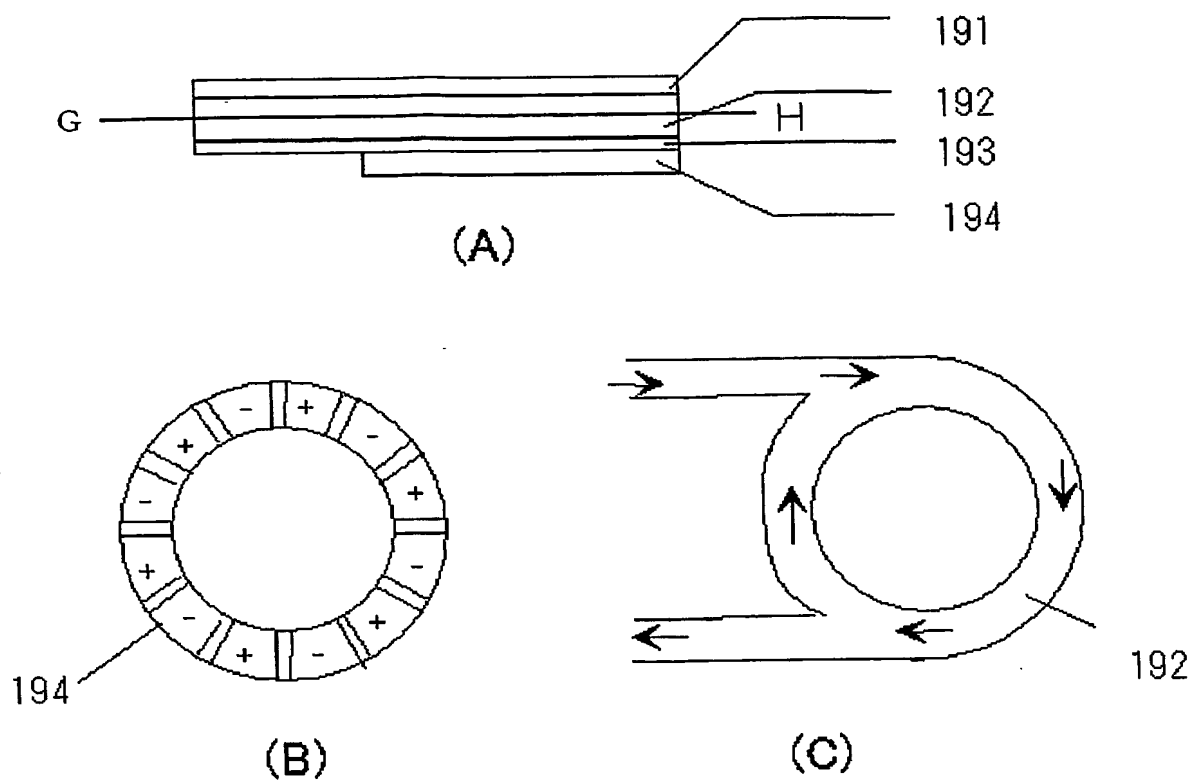
166 予備室

171 弾性板

181 剛性板

182 弾性板中抜き

【図16】



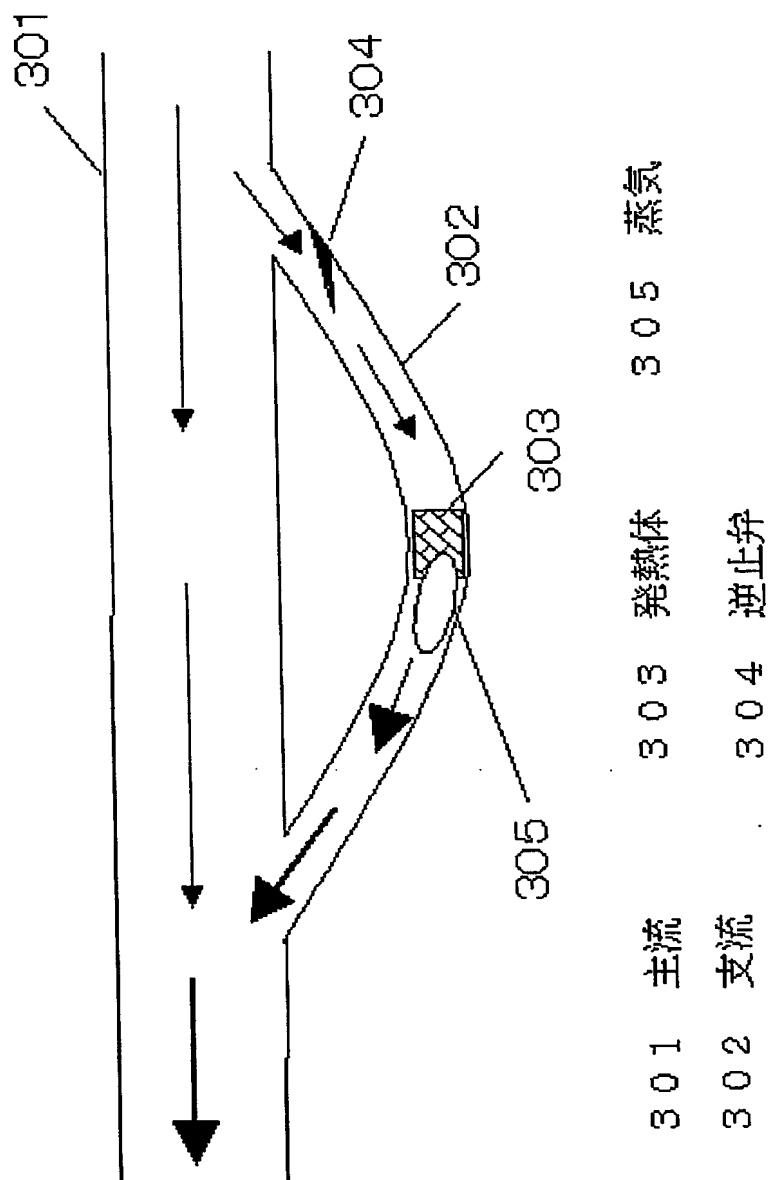
191 上部保護板

192 流路

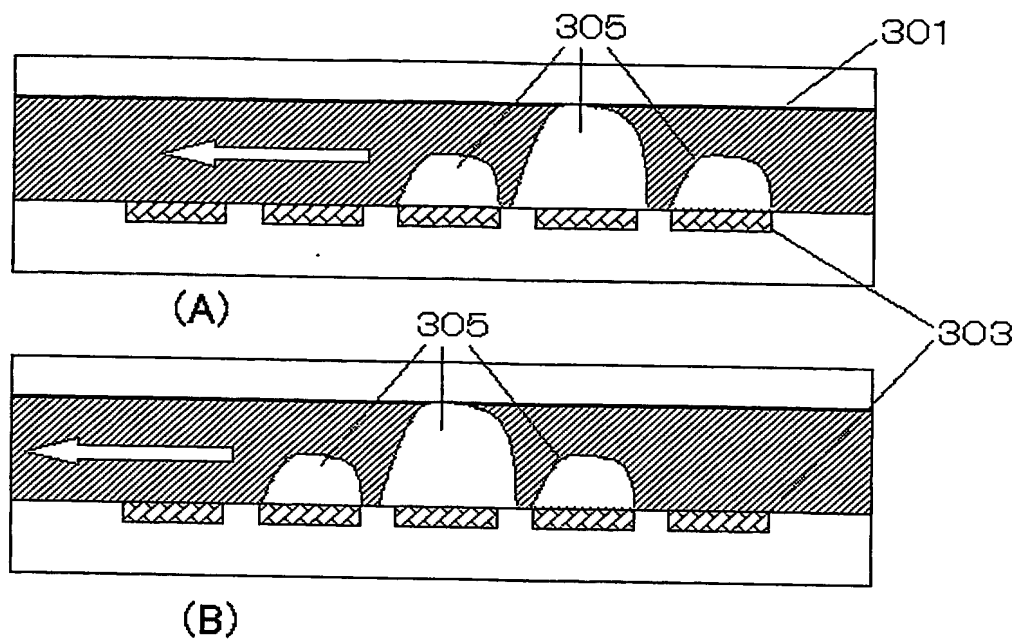
193 下部保護板

194 圧電アクチュエータ

【図 17】



【図 18】

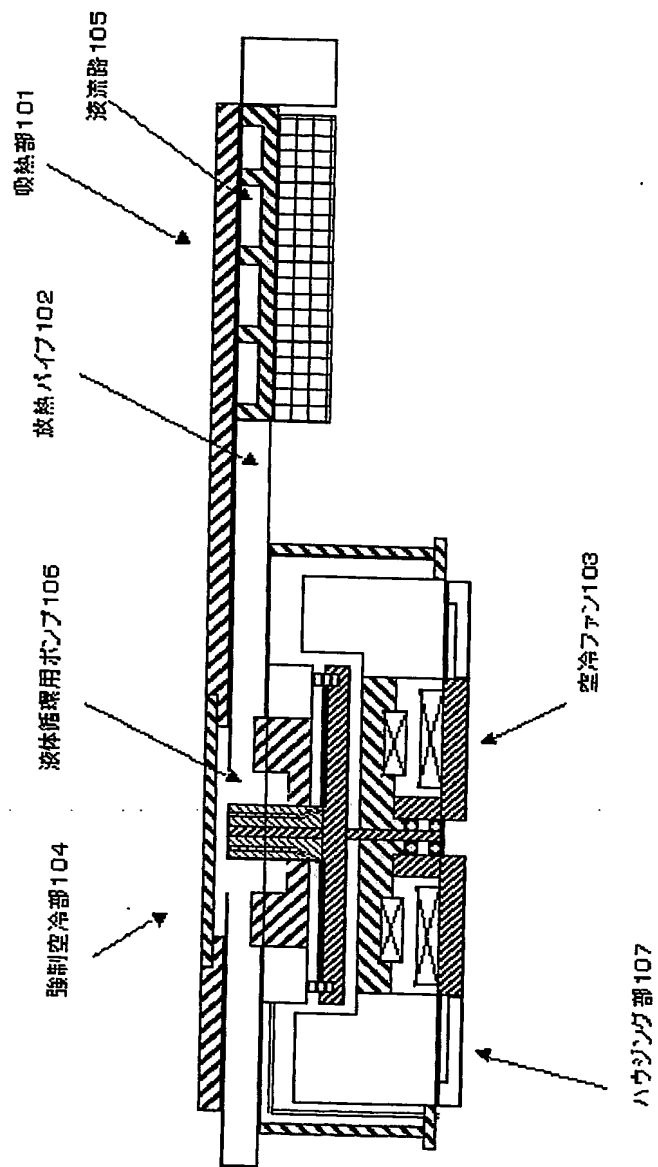


301 主流

303 発熱体

305 蒸気

【図 19】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、組み立て性や電子機器への取り付けが容易であり、また熱伝導効率や放熱性能に優れ、かつ全体の構成の薄型化することができる電子機器の冷却装置を提供することを課題とする。

【解決手段】 液冷部 9 と、空冷部 12 とが一体成形され、筐体 2 の中でも最も消費電力が大きく、しかも小面積で局所的に発熱を伴う CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品に対し、液冷部 9 の吸熱面（金属蓋）19 が接触あるいは接合されている。液冷部 9 には、流通路 10 の中の冷媒を循環させる電磁ポンプである液冷用ポンプ 14 が設けられており、液冷用ポンプ 14 によって冷媒を循環させることにより、CPU 6 や発熱体 7 等の発熱部品で発生した熱を熱伝達により液冷部 9 全体に熱拡散させる。

【選択図】 図 1

特願 2002-237256

出願人履歴情報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.